

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Навчально-науковий інститут Природокористування

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра**

студентки _____ Діденко Єлизавети Магіррамівни _____
(ПІБ)

академічної групи _____ 183-19-1 ІІІ _____
(шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту
навколишнього середовища»

на тему Розробка технології біоремедиації територій, забруднених
нафтопродуктами _____
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Кваліфікаційної роботи	Клімкіна І.І.		
розділів:			
Теоретичного	Клімкіна І.І.	добре (74 б.)	
Практичного	Клімкіна І.І.	добре (74 б.)	
Охорона праці	Столбченко О.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро

2023

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 Завідувачка кафедри
 ЕТЗНС _____ Борисовська О.О.
 (підпис) (прізвище, ініціали)
 « _____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

студенту Діденко Є.М. академічної групи 183-19-1 ПП
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища

на тему «Розробка технології біоремедиації територій, забруднених нафтопродуктами», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.23 № 322-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Проаналізувати вплив нафтошламів на довкілля та живі організми. На основі даних літератури визначити шляхи щодо зменшення забруднення ґрунтів нафтопродуктами.	04.05.2023 21.05.2023
Практичний	Дослідити утворення та утилізацію відпрацьованої оливи на хлібзаводі; обґрунтувати біотехнологічне рішення очищення ґрунтів від нафтопродуктів	22.05.2023 11.06.2023
Охорона праці	Проаналізувати заходи з безпечної роботи з відпрацьованими маслами та біооб'єктами в навчальній лабораторії.	12.06.2023 18.06.2023

Завдання видано _____ Клімкіна І.І.
 (підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.05.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії 22 червня 2023 р.

Прийнято до виконання _____ Діденко Є.М.
 (підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 с., 2 таблиці, 5 додатків, 33 літературних джерела.

Метою роботи було обґрунтування можливості застосування біотехнології зниження забруднення ґрунтів нафтопродуктами.

У вступі обговорюється питання впливу нафтопродуктів на навколишнє середовище та наслідки забруднення.

Теоретичний розділ містить аналіз літературних даних щодо екологічної небезпеки нафтопродуктів та методи їх знезараження.

У технологічному розділі наведено обґрунтування методу технології біоремедиації територій, забруднених нафтопродуктами, на підставі застосування біопрепаратів мікробного походження. Проведено аналіз підприємства ПРАТ «ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ХЛІБЗАВОД № 9» з точки зору парку автомашин, з яких при заміні оливи моторної та оливи трансмісійної спостерігаються проливи нафтопродуктів у середньому 10% від їх загальної кількості. Обґрунтовується технологічне рішення, спрямоване на очищення ґрунтів на підставі біопрепарату «Біо-Оксид», який виробляється компанією «Біотехніка» (Україна). Пропонується обробляти забруднені нафтопродуктами ґрунти біопрепаратом у розрахунку 2 г порошку на 1 л води (титр 5×10^9 КУО/г) або 2 мл маточного розчину з культурами мікроорганізмів на 1 л води (титр 1×10^9 КУО/г).

У розділі «Охорона праці» обґрунтовані заходи щодо безпечної роботи з відпрацьованими маслами та біооб'єктами в лабораторії з відпрацьованими маслами та біооб'єктами в лабораторії.

У висновках узагальнені результати виконання кваліфікаційної роботи. НАФТОПРОДУКТИ, ПРАТ «ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ХЛІБОЗАВОД №9», АВТОПАРК, ВІДПРАЦЬОВАНІ ОЛИВИ, БІОРЕМЕДІАЦІЯ, ПРИРОДНИЙ МІКРОБНИЙ ПРЕПАРАТ

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА НАФТОПРОДУКТІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ.....	8
1.1 Нафтопродукти та традиційні методи зниження їх концентрацій у грунтах.....	8
1.1.1 Загальна характеристика нафтопродуктів та підходів щодо зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище.....	9
1.1.2 Нафтопродукти та їхній вплив на живі організми та довкілля.....	10
1.1.3 Відпрацьовані масла автомашин.....	12
1.1.4 Нафтопродукти у ґрунті через воєнні дії.....	14
1.2 Традиційні підходи до утилізації нафтопродуктів.....	15
1.3 Альтернативні методи боротьби із забрудненням ґрунтів нафтопродуктами на основі біотехнологій.....	18
1.4 Використання мікробіологічних препаратів для зменшення забруднення ґрунтів та води нафтопродуктами.....	20
1.5 Загальні властивості мікроорганізмів, що входять до біопрепаратів для очищення ґрунтів, забруднених нафтошламами.....	21
1.6 Фітотехнології боротьби з нафтовим забрудненням ґрунтів та води...	24
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ НАФТОПРОДУКТАМИ.....	25
2.1 Загальна характеристика об’ємів утворення нафтошламів на ПрАТ «Дніпропетровський хлібозавод №9».....	25
2.2 Утворення та утилізація відпрацьованих масел на підприємстві.....	27
2.3 Характеристика біопрепаратів, які прискорюють процес біорозкладання органічних речовин.....	29

2.4 Обґрунтування технології біоремедиації територій, забруднених нафтопродуктами.....	32
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА РОБОТИ З ВІДПРАЦЬОВАНИМИ МАСЛАМИ ТА БІООБ'ЄКТАМИ В ЛАБОРАТОРІЇ.....	36
3.1 Безпека роботи з відпрацьованими маслами.....	36
3.2 Загальні положення безпеки роботи з біооб'єктами в навчальній лабораторії.....	37
ВИСНОВКИ.....	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	54
ДОДАТОК А.....	59
ДОДАТОК Б.....	70
ДОДАТОК В.....	71
ДОДАТОК Д.....	72
ДОДАТОК Ж.....	73

ВСТУП

Актуальність теми. Протягом усього життєвого циклу будь-яка сировина впливає на довкілля. Особливо загострена ситуація з нафтою та нафтопродуктами, вони надають токсичну та канцерогену дію на живі організми. Як ми знаємо всі речовини у природі так чи інакше вступають в природній кругообіг, виробляючи небезпечні ксенобіотики які подалі впливають на погіршення життєдіяльності, а як наслідок – до зростання захворювання та смертності.

З одного боку, нафта являється цінною сировиною для нафтопереробної та нафтохімічної галузей виробництва, а з іншої – виступає в якості серйозного поллютанта при надходженні до об'єктів навколишнього середовища. Забруднення довкілля нафтою та нафтопродуктами призводить до порушення екологічної рівноваги та природного балансу екосистем, зміни еколого-трофічних груп біоценозів, токсичного впливу на всі живі організми, у тому числі негативного ефекту зазнає і людина. Найбільш суттєвою та визначальною причиною техногенного навантаження на природне середовище є аварійні розливи нафти під час її видобування та транспортування, чисельність яких кожного року зростає у силу різних причин. При цьому змінюються як фізико-хімічні параметри ґрунтів, підземних і поверхневих вод, так і чітко прослідковуються фізіологічні зміни в мікро-, міко- та фітоценозах, що проявляються, залежно від концентрації нафтопродуктів, від інгібування ферментативної активності до летальних наслідків. У зв'язку з цим все більш актуальними постають питання підвищення техногенної безпеки об'єктів, забруднених нафтопродуктами, та мінімізації техногенного навантаження на компоненти природного середовища.

Для визначення гранично допустимого екологічного навантаження на довкілля внаслідок ситуацій, що супроводжуються надходженням нафти та нафтопродуктів, досить ефективним є застосування фітотоксичного випробування. За результатами методу біотестування можна стверджувати

про ступінь токсичності тієї чи іншої дози нафти для конкретного живого організму, враховуючи його межі екологічної валентності. Такий підхід дозволяє надати практичні рекомендації до підбору рослинних угруповань під час проведення фітореMediaції та біологічного етапу рекультивації нафтозабруднених ґрунтів.[1]

Мета роботи та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи було обґрунтування можливості застосування біотехнології зниження забруднення ґрунтів нафтопродуктами.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати літературні дані щодо екологічних наслідків підвищеного вмісту нафтопродуктів у ґрунтах.
2. Проаналізувати об'єми накопичення відпрацьованих масел автопарку на прикладі ПрАТ «Дніпропетровський хлібозавод №9».
3. Обґрунтувати біотехнологічні заходи щодо біоремедіації територій, забруднених нафтопродуктами.
4. Обґрунтувати заходи з безпечної роботи з відпрацьованими маслами та біооб'єктами в навчальній лабораторії.

РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА НАФТОПРОДУКТІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ

1.1 Нафтопродукти та традиційні методи зниження їх концентрацій у ґрунтах

Нафтопродукти являють собою суміші вуглеводнів, а також індивідуальні хімічні сполуки, що одержуються з нафти та нафтових газів.

Традиційним методом зниження концентрації нафтопродуктів є виїмка, вивезення та захоронення забрудненого ґрунту на відведених для цього місцях – полігонах. Цей метод низькозатратний, але не кращий з точки зору охорони навколишнього середовища. Очищення сильнозабруднених нафтопродуктами ґрунтів проводять, видаляючи забруднений шар ґрунту з поверхні землі з подальшим транспортуванням до місць поховання. Там на товмісні шлами складаються протягом десятків років. Це призводить до накопичення токсичних відходів, які просочуються в ґрунтові води. Крім того, навіть у разі дотримання правил поховання, негативний вплив на природу відбуватиметься в результаті відчуження великої кількості земель та зміни структури ґрунту [2].

Для зниження вмісту нафтопродуктів у ґрунті до залишкового рівня використовують спеціальні методи, які поділяють на фізико-хімічні та біологічні.

До фізико-хімічних методів відносять термічний, хімічний, екстракційний методи, а також дренавання ґрунту.

Термічний метод, або метод спалювання, передбачає обробку забрудненої нафтопродуктом ґрунту шляхом випалу в спеціальних печах. Найбільш прийнятною технологією цього методу є високотемпературне спалювання у обертової печі, що містить в своєму складі камеру допалювання, системи утилізації тепла і багатоступінчастої очищення топкових газів.

На початку процесу в млині за допомогою горючих газів здійснюється сушка і подрібнення забрудненого ґрунту з отриманням фракції розміром 0-10

мм. При цьому велика частина їдких речовин переходить в газову фазу. Після сушіння грунт спільно з газовою фазою обробляється при 1000- 1200 ° С. За допомогою циклонного сепарування, матеріал відокремлюється від газової фази, яка повертається в цикл для повного розкладання отруйних речовин. Після знезараження, грунт відводять на колишнє місце.

Розроблено способи очищення ґрунту від нафтопродуктів на місці (без транспортування до печі для спалювання) шляхом підігріву або шляхом «прямого» випалювання.

При використанні способу підігріву, в ґрунті роблять витіснювальні свердловини, через які забруднений ґрунт прогривають або непрямим підігрівом, або прямою подачею газоподібних продуктів згоряння або їх суміші з повітрям. Утворюваний технологічний газ піддають додатковому спалюванню при високих температурах.

«Пряме» випалювання ґрунту може здійснюватися як без її виїмки, так і з виїмкою. В даний час застосування цього методу заборонено, так як в атмосферу потрапляють шкідливі продукти сублимації і неповного окислення вуглеводнів [3].

1.1.1 Загальна характеристика нафтопродуктів та підходів щодо зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище

До нафтопродуктів відносяться різні види палива (бензин, дизельне паливо, гас і ін.), мастильні матеріали, електроізоляційні середовища, розчинники, нафтохімічна сировина.

У зв'язку зі швидким розвитком промисловості, у т.ч. нафтопереробної, антропогенний вплив на навколишнє середовище зростає у геометричній прогресії. Забруднення довкілля нафтою відбувається на всіх етапах її життєвого циклу: буріння, переробки, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання. Навіть при повній автоматизації виробництва неможливо виключити людський фактор та стан працюючих технологій. Нерідко

причинами потрапляння нафтопродуктів у навколишнє середовище є аварії на нафтовидобувних станціях, при транспортуванні, застаріле обладнання. Разом із модернізацією технологій по видобутку нафти необхідно змінювати способи боротьби із забрудненням нафтопродуктами довкілля на більш сучасні та найменш впливові. У цьому випадку найсерйознішою проблемою постає економічна спроможність підприємства вживати відповідних заходів. Тому найкращою стратегією залишається попередження потрапляння забрудників у навколишнє середовище. Для визначення наявності та концентрації ксенобіотиків у довкіллі розроблені різні методики біоіндикації забруднюючих речовин. У результаті лабораторних досліджень та здійснених розрахунків визначено концентрації нафти, які виявляють високий рівень токсичності на різні показники представників рослинного світу. Рослини є одним із дешевих способів біоіндикації навколишнього середовища. Це робить їх більш перспективними для майбутнього використання в дослідженнях. Згідно отриманих результатів дослідження найбільш стійким до забруднень нафтопродуктами є овес. Тобто цю рослину найдоцільніше використовувати для фітореємедіації ґрунтів після забруднення вказаним вище ксенобіотиком [4].

1.1.2 Нафтопродукти та їхній вплив на живі організми та довкілля

Сировиною для отримання нафтохімічних продуктів слугують головним чином, ненасичені та ароматичні вуглеводні. Ненасичені вуглеводні, які мають важливе значення для органічного синтезу, становлять групу олефінів.

До неї відносяться етилен C_2H_4 , пропілен C_3H_6 , бутилен C_4H_8 і т. д. Вони практично відсутні в природних нафті і газі, але утворюються при їхньому крекінгу.

Найважливішою за масштабами і різноманітністю використання як нафтохімічної сировини із ненасичених вуглеводнів є етилен. Для його

отримання здійснюють піроліз вуглеводневих газів (етану і т. д.). Етилен використовується для отримання поліетилену, окису етилену, етилового спирту, стиrolу, хлористого етилену і т. д.

Для виробництва синтетичних матеріалів необхідними є ароматичні вуглеводні – бензол, толуол, ксилол, нафталін тощо. Вони утворюються в процесі каталітичного риформінгу [6].

У нафті і природних газах міститься декілька сотень різних вуглеводнів. А кількість продуктів їх перероблення обчислюється тисячами. Основним процесом, за допомогою якого із проміжних продуктів отримуються різні синтетичні речовини і матеріали, є полімеризація. При полімеризації молекула ненасичених вуглеводнів, наприклад етилену C_2H_4 , з'єднується з іншими такими ж молекулами за рахунок розривання наявних у них подвійних зв'язків. У результаті утворюється нова молекула, котра складається із великої кількості молекул етилену. Таким чином, із газу етилену отримується твердий поліетилен — $(C_2H_4)_n$, де n — кількість молекул етилену, що з'єднуються (вона може сягати десятки і сотні тисяч; у залежності від його величини відомо різні види поліетилену) [7].

Вуглеводні нафти і природного газу слугують також вхідною сировиною для отримання лікарських речовин — новокаїну, аспірину, сульфазолу, вітамінів та інші. У результаті хімічного перероблення нафти і природного газу отримують і неорганічні продукти — водень, сірку і сірчану кислоту. Водень слугує вхідною речовиною для отримання аміаку. Із аміаку, у свою чергу, отримують вуглекислий амоній, сульфат амонію, азотну кислоту, аміачну селітру і ряд інших продуктів, які широко використовуються як мінеральні добрива. Аміак слугує вхідною сировиною для виробництва сечовини, яка містить в своєму складі більше азоту, ніж аміачна селітра і сульфат амонію, і тому широко використовується як мінеральні добрива, домішки до корму худобі. На сьогодні основна частина аміаку отримується на основі водню природного вуглеводневого газу.

Сірка йде на виробництво сірчаної кислоти, з якої виготовляють мінеральні добрива, фосфорну, соляну і плавикову кислоти. Її використовують у виробництві пластичних мас, барвників, вибухових речовин, крохмалю, патоки, для очищення нафтопродуктів, відбілювання тканин. Сірка використовується для вулканізації каучуку в гумовій промисловості, в медицині, паперовій промисловості, для боротьби зі шкідниками в сільському господарстві [8].

1.1.3 Відпрацьовані масла автомашин

Про негативний вплив на стан навколишнього середовища видобутку і транспортування сирої нафти говориться постійно. Вони призводять до деградації ґрунтів, забруднення атмосфери і водних ресурсів. Ці проблеми постійно обговорюються, періодично робляться деякі кроки щодо їх вирішення, проте при цьому часто не беруть до уваги долю звичайних моторних оливо і мастильних матеріалів, в той час як люди щодня створюють тисячі літрів відпрацьованої оливи.

Кожен водій періодично стикається з необхідністю заміни масла у двигуні автомобіля. Цю процедуру можна виконати і самостійно, не звертаючись в сервісний центр. Проте завжди в даному випадку виникає проблема – куди подіти відпрацьоване моторне масло.

До відпрацьованих оливо належать мінеральні оливи, вироблені з сирої нафти, або синтетичні оливи, забруднені фізичними та/або хімічними домішками. Залежно від застосування і операційного середовища, олива забруднюється або погіршує свої властивості, після чого стає непридатною для подальшого використання. Джерел відпрацьованої оливи безліч – до них, в тому числі, відносяться прості споживачі, автомайстерні, різні виробництва і електростанції.

Відпрацьовані масла відносяться до небезпечних джерел забруднення навколишнього середовища. За даними корпорації Exxon-Mobil, один літр

відпрацьованої оливи може забруднити мільйон літрів питної води. Україна споживає більше 1 млн т/рік свіжих олив.

В умовах відсутності нормативу збору, вона офіційно збирає близько 500 тис т/рік відпрацьованих нафтопродуктів, тобто має реальний сировинний ресурс приблизно рівний аналогічному ресурсу Німеччини 660 тис т/рік. Але, в нашій країні 90% обсягів цієї сировини скидається в навколишнє природне середовище або використовується некваліфіковано. Що пагубно впливає на всі об'єкти навколишнього середовища – атмосферу, ґрунти та воду [9].

Постійне введення все більшої кількості поліфункціональних присадок з метою підвищення експлуатаційних характеристик та збільшення терміну роботи мастильних олив призводить до накопичення у відпрацьованих моторних оливах (ВМО) сполук, токсичних для навколишнього середовища. У ВМО ідентифіковано більше 140 видів канцерогенних поліциклічних вуглеводнів (КПВ). Кількість цих сполук збільшується в міру збільшення терміну експлуатації олив. Так, для легкових карбюраторних автомобілів середнє збільшення кількості КПВ з 4 - 7 кільцями складає 26,8 мг/кг на 1000 км пробігу. Через 10-15 тис км пробігу у відпрацьованій оливі міститься від 270 до 400 мг/кг КПВ, які утворюються в результаті згоряння оливи та потрапляння їх в паливо.

Незважаючи на наявність фільтрів у системі змащення двигунів якість масла у процесі роботи погіршується і його періодично доводиться замінювати свіжим. Це пов'язано з тим, що фільтри видаляють з масла тверді домішки і важкі смолисто-асфальтові з'єднання. Але крім них у маслах відбувається поступове накопичення органічних кислот, сірчистих сполук (сірчистої та сірчаної кислот), особливо при роботі двигунів на сірчистих паливах.

Ці та інші сполуки не видаляються через фільтрувальний матеріал і тому вони погіршують антикорозійні і антиокислювальні властивості масел. Крім того, у процесі роботи масла у двигуні відбувається відпрацювання

(поділ на складові частини) і відфільтрування присадок. Відпрацьоване автомобільне масло, як відхід віднесений до 3 класу небезпеки і потрапляючи в навколишнє середовище, забруднює ґрунт, гірські породи зони аерації, підземні і поверхневі води.

Найскладніше відновлюється забруднений ґрунт, оскільки він здатен акумулювати і закріплювати шкідливі й токсичні речовини. Природне відновлення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами, дуже повільний процес.

При високому рівні забруднення відбувається практично повна відсутність функціональної активності флори і фауни, зниження самоочищаючої здатності ґрунту. Особливу небезпеку представляє синтетичне і напівсинтетичне масло. Тому проблема утилізації та переробки автомобільних масляних фільтрів наразі є дуже актуальною.

Відпрацьовані масла можуть містити:

- важкі метали (барій, хром, цинк тощо);
- продукти зносу;
- залишки присадок;
- продукти згоряння (поліциклічні ароматичні вуглеводні);
- дегідровані хімікати базового масла.

Абсолютно всі перераховані вище речовини є дуже шкідливими для навколишнього середовища і людського організму. При попаданні в ґрунтові води або ґрунт відпрацьоване масло може токсично впливати на людей і тварин. Тому потрібен його збір і подальша обробка. Саме такий підхід дозволяє виключити можливість потрапляння токсинів в навколишнє середовище [10].

1.1.4 Нафтопродукти у ґрунті через воєнні дії

На превеликий жаль тисячі гектарів українських земель зазнали бомбардувань під час повномасштабного вторгнення росії в Україну. А ще сотні тисяч гектарів окупанти спалили разом із урожаєм. Це ті пошкодження,

які візуально помітні, але є ще й хімічний аспект, адже кожен вибух снаряда на полі утворює вибухову хвилю та хімічне забруднення ґрунту. Для природного відновлення земельних ресурсів, від окремих забруднень, потрібні сотні років.

Унаслідок бойових дій українські ґрунти забруднені марганцем, нікелем, кадмієм, цинком, свинцем, міддю та мастильними матеріалами.

Горіння техніки скоротило вмісту азоту, який впливає на родючість. Також було встановлено значне зменшення необхідного для сільського господарства вмісту органічних речовин і сполук фосфору. У майбутньому всі токсичні речовини в ґрунті можуть потрапити або безпосередньо в їжу, або в харчовий ланцюг.

Забруднення ґрунтів пально-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається внаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. У ґрунтах, просочених пально-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. В результаті погіршується водний, повітряний режими та кругообіг поживних речовин, порушується кореневе харчування рослин, гальмується їх зростання та розвиток, що призводить до загибелі.

Провідні фахівці вже зараз шукають варіанти відновлення постраждалих ґрунтів, намагаються об'єднати можливості та експертизу науковців, освітян, аграріїв, представників агробізнесу та громадських організацій. Тому що критичні проблеми післявоєнного майбутнього в Україні потребують спільних зусиль для їх подолання [5].

1.2 Традиційні підходи до утилізації нафтопродуктів

Утилізація нафтопродуктів – це технологічно складна процедура. Склад нафтових емульсій неоднорідний, тому в процесі ліквідації відходи повинні бути розділені на вуглеводні, воду і механічні домішки.

Сьогодні в світі щодня видобувається величезна кількість нафти. У процесі її переробки та отримання нафтопродуктів утворюються відходи – нафтошлами. Утилізація нафтошламів – важливий захід для збереження навколишнього середовища і здоров'я людей, тварин.

Переробка та утилізація нафтопродуктів проводиться із застосуванням різних технологічних прийомів, залежно від складу відходів.

Нафтове забруднення відрізняється від багатьох інших антропогенних впливів тим, що воно дає не поступову, а, як правило, «залпове» навантаження на середу, викликаючи швидку реакцію.

При оцінці наслідків такого забруднення не завжди можна сказати, чи повернеться екосистема до стійкого стану або буде необоротно деградувати.

У всіх заходах, пов'язаних з ліквідацією наслідків забруднення, з відновленням порушених земель, необхідно виходити з головного принципу: не завдати екосистемі більшої шкоди, ніж той, який вже завдано при забрудненні. Суть відновлення забруднених екосистем – максимальна мобілізація внутрішніх ресурсів екосистеми на відновлення своїх початкових функцій. Самовідновлення та рекультивація являють собою нерозривний біохімічний процес.

Самоочищення природних об'єктів від нафтового забруднення – тривалий процес. Розробка способів очищення ґрунту від забруднення вуглеводнями нафти – одна з найважливіших завдань при вирішенні проблеми зниження антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Рекультивація земель – це комплекс заходів, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених і забруднених земель.

Завдання рекультивації – знизити вміст нафтопродуктів які перебувають в інших токсичних речовинах, до безпечного рівня. Відновити продуктивність земель, загублену в результаті забруднення. В даний час розроблений ряд методів ліквідації нафтових забруднень ґрунту, які поділяють на фізико-хімічні та біологічні. До фізико-хімічних методів

відносять термічний (спалювання, що приводить до утворення твердого сухого продукту, який може використовуватися в якості добрив), хімічний (використання хімічних реагентів – екстракційний: за допомогою розчинників із шламу виділяють органіку; гідрофобізований: шлам обробляють високомолекулярними сполуками, що знижує токсичність в 20 раз), екстракційний (поділ на фракції – легку і тверду, які знешкоджуються і утилізуються, зневоднення і сушка) методи, а також дренажування ґрунту [11].

Одним з найпоширеніших методів на підприємствах хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості є хімічний метод ліквідації нафтових забруднень ґрунту. Цей метод дозволяє повністю знешкодити нафтовмісні відходи, а отримані продукти в ряді випадків використовувати в основному в будівельних цілях. На підприємствах хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості утворюється велика кількість твердих та рідких відходів. Значну їх частину не використовують, збирають в накопичувачах, виводять у відвали, що приводить до забруднення навколишнього середовища. В той же час ці відходи є великим резервом матеріальних ресурсів, утилізація їх може суттєво покращити техніко-економічні показники процесів. Нафтопродукти є цінною речовиною і є +

Хімічна обробка полягає в додаванні до нафтовмісних відходів оксидів лужно-земельних металів, оброблених поверхнево-активними речовинами. В якості оксидів лужно-земельних металів найбільш широко використовується негашене вапно CaO , в якості поверхнево-активних речовин – стеаринова та пальмітинова кислоти. В результаті хімічної обробки нафтовмісних відходів утворюється сухий гідрофобний порошок, який може використовуватись для облицювальних робіт. Даним методом проводиться рекультивация забруднених нафтовими відходами земельних ділянок.

Слід зауважити, що наведені методи очищення ґрунтів коштовні і ефективні тільки при певному рівні забруднення (як правило, не менше 1% нафти в ґрунті), часто пов'язані з додатковим внесенням забруднення і не забезпечують повного очищення.

В даний час найбільш перспективним методом для очищення нафтозабруднених ґрунтів, як в економічному, так і в екологічному плані є біотехнологічний підхід, заснований на використанні різних груп мікроорганізмів, що відрізняються підвищеною здатністю до біодеградації компонентів нафт і нафтопродуктів. Здатність утилізувати важко розкладних речовин антропогенного походження (ксенобіотики) виявлена у багатьох організмів. Ця властивість забезпечується наявністю у мікроорганізмів специфічних ферментних систем, що здійснюють катаболізм таких з'єднань.

Оскільки мікроорганізми мають порівняно високий потенціал руйнування ксенобіотиків, виявляють здатність до швидкої метаболічної перебудови та обміну генетичним матеріалом, їм надається велике значення при розробці шляхів біоремедіації забруднених об'єктів [12].

1.3 Альтернативні методи боротьби із забрудненням ґрунтів нафтопродуктами на основі біотехнологій

Біотехнологія – це одна з найважливіших наукових галузей у науці про хімічну технологію, що базується на промисловому використанні мікроорганізмів для одержання корисних продуктів.

Екологічна біотехнологія – це специфічне застосування біотехнології для рішення проблем захисту навколишнього середовища від забруднень антропогенного характеру. Значення біотехнології в рішенні екологічних проблем у доступному для огляду майбутньому буде зберігатися і навіть зростати в зв'язку з технічним прогресом і збільшенням масштабів промислового виробництва, наслідком яких є посилення негативного тиску людини на рослинний і тваринний світ планети [13].

На даний час існує досвід використання біопрепаратів. В основі дії препаратів-бiodеструкторів лежить реалізація принципу засвоєння живими мікроорганізмами вуглеводнів нафти як джерело енергії життєдіяльності. Паралельно в препараті застосований ряд природних біологічних речовин,

що руйнують і видозмінюють структуру нафтового забруднення й мікроорганізмів, що інтенсифікують активність вуглеводоокисляючих. Дія препарату на нафтовий забруднювач розділяється на 2 стадії:

1) Протягом 1-3 годин після з'єднання біопрепарату з нафтопродуктом вуглеводородозчепляючі ферменти та натуральні біо-сурфактанти змінюють структуру нафтопродукту: розріджують і частково руйнують нафтопродукт, тим самим істотно полегшуючи його засвоєння мікроорганізмами.

2) Вуглеводоокисляючі мікроорганізми активізуються в нафтовому середовищі протягом 24 годин з моменту з'єднання біопрепарату з нафтопродуктом і при наявності сприятливих умов зберігають життєву активність з утворенням нових колоній до засвоєння й переробки 99% маси 32 нафтопродукту. Засвоєнням нафтового забруднювача (нафтопродукту) як харчування, мікроорганізми розкладають 100% маси нафтового забруднювача в ґрунті або воді до екологічно нешкідливих нетоксичних непатогенних продуктів життєдіяльності вуглеводоокисляючих бактерії (метаболізму), не перешкоджаючій родючості, ґрунтоутворенню, самоочищенню. Кінцевими продуктами є: вода, вуглекислота, біомаса нетоксичних непатогенних мікробів, мінеральний субстрат, що становить харчування рослин. Хімічний склад субстрату C,H,O,N,S [14].

За критерієм мікробіологічного засвоєння вуглеводнів нафти, до 50% маси нафтового забруднювача засвоюється й переробляється бактеріями в нешкідливі для навколишнього середовища продукти мікробного метаболізму протягом перших 10-14 доби, після обробки нафтозабрудненого субстрату біопрепаратом, до 85% – протягом першого місяця, і до 98% – протягом 1-1,5 місяця після повторної обробки. Повне розкладання й знешкодження 97-98% маси забруднювача досягається в строки 1,5-2 місяці при низьких і середніх концентраціях нафти <1000 мг/кг, і до 2,5-3 місяців при високому рівні змісту нафтового забруднювача в ґрунті [15].

Обробка біопрепаратом нафтозабрудненого субстратів ґрунту, води, донних відкладень, шламів забезпечує мікробне засвоєння 95-99% маси

нафтового забруднювача, і біоремедіацію ділянки ґрунту, відновлення кисневого режиму, родючості, самоочищення, відновлення видового складу корисної ґрунтової мікрофлори. На очищення забрудненої нафтопродуктами ґрунту витрата біопрепарату становить 5-10 кілограмів на 1 тону розлитого нафтопродукту з дворазовою обробкою забрудненої ділянки ґрунту рівними дозами біопрепарату протягом 1 теплого сезону [16, 17].

1.4 Використання мікробіологічних препаратів для зменшення забруднення ґрунтів та води нафтопродуктами

Використання мікробних препаратів забезпечує постачання рослинам корисних мікроорганізмів в потрібній кількості, в потрібний час.

Мікробні препарати, мають у своєму складі фізіологічно активні речовини бактеріального походження (своєрідні стимулятори росту), активно впливають на розвиток кореневої системи, формування значної адсорбуючої поверхні, що, в цілому, сприяє зростанню ступеня використання добрив інокульованими рослинами.

Бактерії родів *Rhodococcus*, *Gordonia* та *Acinetobacter* належать до активних деструкторів вуглеводнів і широко використовуються для очищення довкілля від цих ксенобіотиків.

Ефективність біопрепаратів для очищення довкілля від вуглеводнів нафти значною мірою залежить від складу мінеральних компонентів та властивостей використаного сорбенту, який повинен не тільки утримувати на своїй поверхні максимальну кількість бактеріальних клітин, але й адсорбувати забруднювач, створюючи тим самим мікроосередки його деструкції мікроорганізмами.

Залежно від призначення препарату як сорбент використовується вермикуліт, що вважається найбільш ефективним для рекультивації ґрунтів, а в очищенні нафтових забруднень водою – перліт «Перлина», що має гідрофобізовану форму й характеризується значною плавучістю [18].

Спосіб очистки та відновлення ґрунтів, забруднених нафтою, нафтопродуктами і мінеральними солями пластових вод, внесенням в забруднене середовище культур нафтоокислюючих і азотфіксуючих мікроорганізмів, сорбентів та стабілізаторів діяльності мікроорганізмів, який відрізняється тим, що як носій нафтоокислюючих мікроорганізмів використовують препарат – біодеструктор Родекс.

Ще один препарат для усунення наслідків нафтових забруднень це «Еколан-М». Препарат містить високоефективну композицію активних штамів нафтоокисних бактерій, іммобілізованих на нафтопоглинальному сорбенті, та біогенні елементи. Актинобактерії, що входять до складу препарату, високо адаптовані до засвоєння вуглеводнів, здатні до синтезу поверхневоактивних речовин, які виявляють властивості емульгації, що дає їм змогу здійснювати деструкцію як розчинюваних, так і не розчинюваних у воді компонентів нафти [19].

1.5 Загальні властивості мікроорганізмів, що входять до біопрепаратів для очищення ґрунтів, забруднених нафтошламами

Кожен біопрепарат містить різні мікроорганізми, які мають різні характеристики та функції. Основні типи мікроорганізмів, які зазвичай входять до біопрепаратів для очищення землі від нафтозабруднення, включають бактерії та гриби.

Бактерії, які використовуються у біопрепаратах, зазвичай належать до різних родів, таких як *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus* та інших. Ці бактерії здатні до розкладання нафтопродуктів на менш складні речовини, такі як вуглекислий газ та воду, які нешкідливі для довкілля.

Гриби також здатні до розкладання нафтопродуктів, тому деякі біопрепарати можуть містити спеціальні гриби, такі як *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* та інші.

Крім того, деякі біопрепарати можуть містити інші корисні мікроорганізми, такі як водорості, які допомагають відновлювати ґрунт та підтримувати його родючість.

Важливо відзначити, що мікроорганізми, які входять до біопрепаратів, зазвичай є безпечними для людей та тварин, а також не негативно впливають на природні екосистеми. Біопрепарати є екологічно безпечними і ефективними засобами для боротьби з нафтовим забрудненням, а також є довгостроковим рішенням для підтримки здоров'я та стабільності екосистем.

Крім цього, мікроорганізми, що входять до складу біопрепаратів для очищення землі від нафтозабруднення, мають такі характеристики:

1. Аеробність: більшість мікроорганізмів, які використовуються у біопрепаратах, є аеробними, тобто вони здатні до розкладання нафтопродуктів за наявності кисню. Це означає, що біопрепарати не підходять для очищення землі у закритих просторах, де немає доступу до повітря.

Аеробність – це здатність мікроорганізмів до життя та розмноження в наявності кисню. Мікроорганізми, які мають аеробну природу, використовують кисень для розкладання органічних сполук та отримання енергії. Аеробні мікроорганізми є ефективними для біодеградації нафтопродуктів, оскільки кисень є важливим фактором для процесу біодеградації.

У процесі біодеградації, аеробні мікроорганізми розкладають органічні сполуки на більш прості речовини та звільняють кисень. Однак, у відсутності кисню (анаеробність), мікроорганізми використовують інші електронні акцептори, такі як нітрати, сульфати та інші, для розкладання органічних сполук.

Отже, аеробність є важливим фактором для вибору мікроорганізмів, які використовуються для біодеградації нафтопродуктів. Більшість біопрепаратів, що використовуються для біодеградації нафти, містять аеробні мікроорганізми.

2. Специфічність: різні мікроорганізми здатні до розкладання різних типів нафтопродуктів. Тому, в залежності від типу нафтозабруднення, можуть використовуватись різні типи біопрепаратів.

3. Швидкість розкладання: швидкість розкладання нафтопродуктів залежить від типу мікроорганізмів, що входять до складу біопрепарату, а також від концентрації забруднення. У більшості випадків, очищення землі від нафтозабруднення займає від декількох тижнів до кількох місяців.

4. Стійкість до токсичних речовин: деякі мікроорганізми, які використовуються у біопрепаратах, можуть бути стійкими до токсичних речовин, які знаходяться в нафтопродуктах. Це означає, що вони здатні до розкладання навіть дуже токсичних сполук.

5. Здатність до розкладання різних типів нафтопродуктів: мікроорганізми, що входять до складу біопрепаратів, можуть бути здатні до розкладання різних типів нафтопродуктів, таких як бензин, дизельне паливо, масла, смоли та інші.

6. Здатність до розмноження та формування колоній: мікроорганізми, які входять до складу біопрепаратів, повинні бути здатні до активного розмноження та формування колоній для ефективного розкладання нафтопродуктів.

Загалом, біопрепарати є екологічно безпечним та ефективним засобом для очищення землі від нафтозабруднення. Однак, перед використанням біопрепарату, потрібно враховувати різні характеристики мікроорганізмів, які входять до його складу, щоб забезпечити найкращі результати [20].

1.6 Фітотехнології боротьби з нафтовим забрудненням ґрунтів та води

Фітотехнологія – це нове напрямлення у вирішенні гострих питань пов'язаних з очисткою стічних вод та відновлення земельних ділянок.

Цей метод ґрунтується на використанні природних процесів

самоочищення водних систем, які протікають у природних умовах за участю вищої водневої рослинності, водневої мікрофлори та мікроорганізмів.

Дослідження останніх років показує нам таку можливість як використання водоростей для очищення морського прибережжя від нафтового забруднення.

Як виявляється фукусові водорості можуть включати в метаболізм нафтові вуглеводні. Нафтове забруднення призводить до зростання на поверхні фуксів загальної чисельності сапрофітних і вуглеводоокисляючих бактерій. Припускають, що діяльність бактерій сприяє поглинанню нафтопродуктів тканинами макрофітів, перетворюючи акумульовані на поверхні вуглеводні в більш доступні з'єднання.

Таким чином, хоча постійне забруднення нафтопродуктами призводить до зменшення видової різноманітності водоростей, є види, не тільки стійкі до вуглеводнів, а й здатні до їх накопичення і включенню в метаболізм [21-24].

РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ НАФТОПРОДУКТАМИ

2.1 Загальна характеристика об'ємів утворення нафтошламів на ПрАТ «Дніпропетровський хлібозавод №9»

Підприємство ПРАТ «ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ХЛІБЗАВОД № 9» зареєстрований 12.07.1996 за юридичною адресою: Україна, Дніпропетровська обл., місто Дніпро, вулиця Чеботарьова, буд.28.

Збут продукції власного виробництва підприємство проводить через роздрібну торговельну мережу м. Дніпро, Дніпропетровської області та за її межами. Значну частку серед покупців продукції підприємства займають супермаркети та приватні підприємці. Найвагомішими покупцями продукції підприємства в звітному році були: ТОВ "АТБ МАРКЕТ", ТОВ "ОМЕГА", ТОВ "ОПТТОРГ-15", ТОВ "Лікеа", ТОВ "ГЕРМЕС ГРАНД ВОЛТІМ", ТОВ "АШАН Україна ГІПЕРМАРКЕТ", ТОВ "МЕТРО КЕШ ЕНД КЕРІ Україна".

Основні ризики діяльності підприємства пов'язані з роботою в умовах воєнного часу, пливністю та нестачею кваліфікованих робочих кадрів, жорсткою конкуренцією на ринку хліба і хлібопродуктів, значним підвищенням і непрогнозованим коливанням цін на сировину, енергоносії, високим фіскальним навантаженням, нестабільною ситуацією в країні. Особливістю продукції емітента є короткий термін споживання, тому на підприємстві постійно ведеться робота по вдосконаленню методів зберігання і упаковки виробленої продукції.

В таблиці 2.1 приводяться загальні об'єми сировини, яка використовувалася на підприємстві ПрАТ «Дніпропетровський хлібозавод №9» для виготовлення хлібної продукції у 2022 році.

Вихід готової хлібопекарської продукції за 2022 рік становив 47920216 штук (45 найменувань) загальною вагою 24338025,11 кг.

Таблиця 2.1 – Об'єми сировини для виготовлення продукції на ПрАТ «Дніпропетровський хлібозавод №9» (2022 р.)

Сировина	Кількість, кг/рік
Ароматизатор Гірчиця	95,025
Ацетат кальцію гранульований	3275,000
Борошно житнє	1401731,743
Борошно пшеничне 1 гатунку	5032220,824
Борошно пшеничне 2 гатунку	1614480,045
Борошно пшеничне вищого гатунку	7229502,357
Борошно цільнозернове пшеничне	25,000
Ванілін	102,272
Висівки	33522,977
Дріжджі пресовані	361201,832
Дріжджі сухі	8069,590
Журавлина сушена	1093,666
Закваска O-tentic Durum	5599,764
Закваска житня суха "Ферменто Форте"	208,689
Закваска ячмінна	1112,599
Імбир порошок	61,773
Какао	1,000
Клейковина	2913,482
Кмин	41,076
Кориця	55,596
Коріандр	4750,485
Крохмаль	3514,600
Маргарин молочний	21400,858
Мед	408,741
Молоко сухе	5613,245
Олія гірчична	121061,910
Олія рослинна	116125,410
Повидло яблучне	19246,603
Поліпшувач для хліба	19,150
Поліпшувач "Нордікс Супер Нью"	69,559
Поліпшувач Мажимікс голубий	7147,648
Поліпшувач Мажимікс зелений	13987,880
Поліпшувач Мажимікс сірий	547,900
Родзинки	15,870
Сіль	265392,559
Солод житній сухий	31630,057
Солодовий екстракт	15664,640
Суміш Солодова екстра	2044,316
Суміш Закваска ячмінна	2657,129

Закінчення табл. 2.1

Суміш насіннєва " Живі зерна Дарк"	1739,061
Суміш солодова нова	8672,045
Суміш суха АСТРІ ГЛЮТЕН ПЛЮС	136,244
Суміш Гост Мікс	3,000
Суміш Ячмінна покращена	556,510
Цукор	490754,773
Ядро соняшника	85755,232
Всього	16914229,735

Витрата паливно-мастильних матеріалів за 2022 рік представлена в таблиці А.1. (Додаток А)

2.2 Утворення та утилізація відпрацьованих масел на ПрАТ «Дніпропетровський хлібозавод №9»

Відпрацьованим мастильним матеріалом є будь-яке масло, отримане з сирової нафти або синтетичного масла, використане і в результаті такого використання забруднене фізичними або хімічними домішками. Іншими словами, відпрацьованим маслом є саме те, що має на увазі його назву, тобто – це будь-який використаний мастильний матеріал на нафтовій основі або синтетичне масло. При нормальному використанні такі домішки, як болото, металеві частинки, вода або хімічні речовини можуть змішуватися таким чином, що з часом мастильний матеріал не може бути використаний за призначенням.

Комплексне використання сировини – найбільш повне, економічно й екологічно виправдане використання всіх корисних компонентів, що містяться в сировині, а також у відходах виробництва, при цьому передбачається максимальний вихід продукції на кожній стадії переробки, що підвищує ефективність виробництва і зменшує утворення відходів.

Найбільш прийнятним видається термін «маловідходних технологій» – такий спосіб виробництва продукції, при якому шкідливий вплив на

навколишнє середовище не перевищує рівня, припустимого санітарно-гігієнічними нормами, при цьому з технічних, економічних, організаційних чи інших причин частина сировини і матеріалів переходить у невикористовувані відходи і спрямовується на тривале зберігання або захоронення.

Найважливіша умова організації маловідходного виробництва – наявність системи знешкодження невикористовуваних відходів, в першу чергу токсичних. При цьому вплив відходів на навколишнє середовище не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій.

Є наступні шляхи створення маловідходних технологій:

- 1) комплексна переробка сировини;
- 2) розробка принципово нових процесів і схем отримання відомих видів продукції;
- 3) проектування безстічних і замкнутих систем водоспоживання;
- 4) рекуперація промислових відходів;
- 5) розробка і створення територіально-промислових комплексів з замкнутою структурою матеріальних потоків сировини та відходів.

Очищення регенерація масел безпосередньо на місцях їх споживання є одним з найбільш економічних способів використання вторинних ресурсів і дозволяє підбирати процеси і технологічні режими, найбільш відповідні маслу даного призначення і продуктів його старіння. На думку деяких фахівців, старіння масла як такого, особливо з присадками, мало впливає на термін його служби. Основна проблема полягає в потраплянні сторонніх забруднень, видалення яких шляхом механічного очищення є найбільш ефективним способом відновлення якості. Очищене масло повторно використовується за призначенням. В основному це відноситься до індустріальних, гідравлічних, турбінних і трансформаторних олив, рідше - до моторних, хоча це найбільша група масел за обсягом виробництва.

Серед сучасних способів очищення і регенерації переважають фізичні методи - відстій, центрифугуванні, фільтрація, вакуумне сушіння. Можливе

застосування і більш складних фізико-хімічних методів (у разі сильного забруднення або глибокого старіння масел).

Отримані при цьому масла, як правило, мають низьку якість. З іншого боку, за останні розроблені, досить ефективні стаціонарні та пересувні установки, застосування яких засноване переважно на фізичних методах очищення.

На підприємстві ПРАТ «ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ХЛІБЗАВОД № 9» існує парк автомашин у загальній кількості 72 машини (перелік представлений у додатку А). Гараж загальною площею 100 м² розташовується під відкритим небом і не має асфальтового покриття. Технічне обслуговування включає заміну літолу, оливи моторної та оливи трансмісійної у загальній кількості 580 201 л на рік. Спостерігаються проливи нафтопродуктів у середньому 10% від загальної кількості.

2.3 Характеристика біопрепаратів, які прискорюють процес біорозкладання органічних речовин

Біопрепарати, які прискорюють процес біорозкладання органічних речовин, є біологічними продуктами, які містять живі організми, такі як мікроорганізми, ферменти або інші біоактивні компоненти. Вони використані для забезпечення ефективного розкладання органічних матеріалів у природних або промислових середовищах. Основні характеристики біопрепаратів, які прискорюють процес біорозкладання, включають наступні:

1. Біологічна активність: Біопрепарати утворюють живі організми або біоактивні компоненти, які мають властивість розкладати органічні речовини. Вони можуть бути мікроорганізмами, такими як бактерії, гриби або дріжджі, які мають здатність виробляти ферменти, що розташовують класи різних органічних речовин, таких як целюлоза, жири, вуглеводи тощо.

2. Екологічна безпека: Біопрепарати є екологічно безпечними, вони намагаються відмовитися від живих організмів, які в натуральному вигляді

утворюють органічні речовини. Вони не містять шкідливих хімічних сполук, таких як важкі метали або токсичні речовини, і не завдають шкоди навколишньому середовищу.

3. Висока ефективність: Біопрепарати можуть бути дуже ефективними в розкладанні органічних речовин, оскільки вони утворюють спеціалізовані мікроорганізми або ферменти, які можуть швидко розкласти різні види органічних речовин. Це може допомогти у прискоренні процесу.

3. Універсальність: біопрепарати можуть бути застосовані для очищення води від різних органічних забруднень, таких як відходи тваринного походження, відходи побуту, забруднення від промислових виробництв тощо.

4. Легкість застосування: біопрепарати можуть бути застосовані в різних формах, таких як порошки, таблетки, рідини, гранули тощо, що дозволяє легко дозувати та застосовувати їх у різних умовах.

5. Довготривала дія: біопрепарати можуть залишатися активними протягом тривалого періоду часу, що дозволяє підтримувати ефективність очищення водних ресурсів на протязі тривалого періоду [25].

Найбільш поширеними біопрепаратами є бактерії, гриби та інші мікроорганізми, які використовуються для біорозкладання різних типів відходів. Серед них можна виділити:

1. Бактерії роду *Bacillus* – це грам-позитивні бактерії, які використовуються для біорозкладання вуглеводів, білків та інших органічних речовин. Вони можуть бути використані в господарстві для переробки органічних відходів та підвищення родючості ґрунту.

2. Гриби роду *Trichoderma* – це гриби, які використовуються для біорозкладання різних типів відходів, зокрема, деревини та інших лігнокарбонів. Вони можуть бути використані в промисловості для переробки деревини та паперу.

3. Ензими – це білкові сполуки, які прискорюють хімічні реакції біорозкладання органічних речовин. Вони можуть бути використані як додаткові компоненти до біопрепаратів для поліпшення їх ефективності [26].

Існує багато біопрепаратів, які можуть бути використані для очищення землі від нафтозабруднень. Ефективність конкретного біопрепарату залежить від багатьох факторів, таких як тип забруднення, тип ґрунту, кліматичні умови, концентрація забруднення та багато інших.

Один з найбільш ефективних біопрепаратів для очищення землі від нафтозабруднень – це використання бактерій роду *Pseudomonas*. Ці бактерії мають низку корисних властивостей, що дозволяють їм розкласти нафту та нафтопродукти на менш токсичні сполуки. Окрім того, ці бактерії здатні рости в широкому діапазоні умов, включаючи низькі температури та високі концентрації нафти.

Інші ефективні біопрепарати для очищення землі від нафтозабруднень включають бактерії роду *Rhodococcus* та *Arthrobacter*, гриби роду *Phanerochaete chrysosporium*, а також багато інших біологічних агентів.

Проте, перш ніж вибрати конкретний біопрепарат для очищення забрудненої землі, важливо провести оцінку конкретних умов місцевості та забруднення, а також консультиватися з фахівцями з цієї області.

При виборі біопрепарату для очищення забрудненої землі, слід враховувати тип забруднення. Різні біопрепарати можуть бути ефективними для розкладання різних видів нафти та нафтопродуктів, включаючи сирію нафти, дизельне паливо, мазут, моторні оливи та інші.

Різні типи ґрунту мають різні властивості, які можуть впливати на ефективність біопрепарату. Наприклад, важкий глинистий ґрунт може бути складніше очистити, ніж піщаний ґрунт.

Концентрація забруднення: деякі біопрепарати можуть бути більш ефективними за високих концентраціях забруднення, тоді як інші можуть працювати краще за низьких концентраціях.

Деякі біопрепарати можуть бути більш ефективними в певних кліматичних умовах, тоді як інші можуть працювати краще в інших умовах.

Перед застосуванням будь-якого біопрепарату, слід переконатися, що він відповідає місцевим законам та регулятивним вимогам.

В залежності від місцевих умов, деякі біопрепарати можуть бути дорожчими або складнішими в застосуванні, ніж інші.

Остаточний вибір біопрепарату для очищення забрудненої землі залежить від конкретних умов та потреб замовника, тому краще звернутися до спеціалістів в даній галузі для отримання консультації та рекомендацій. Найбільш ефективні біопрепарати для очищення землі від нафтозабруднення містять спеціальні бактерії та гриби, які виробляють ферменти для розкладання нафти на більш прості речовини, які згодом можуть бути зрозумілі в навколишній природі.

Найефективніших на ринку це очищаючий біопрепарат Ecosleanse. Цей біопрепарат містить штами бактерій, які здатні до дуже швидкого розкладання нафтопродуктів у ґрунті. Він може бути застосований для очищення різних типів ґрунту та нафтопродуктів. Також є біопрепарати серії BioRem-ECO. Вони містять суміш бактерій та грибів, які здатні розкласти нафту та інші нафтопродукти на більш прості речовини і діють на різних типах ґрунту та забруднення. Ще один біопрепарат Terra-Vast який містить штами бактерій, які здатні до швидкого розкладання нафтопродуктів та інших токсичних речовин в ґрунті. Він може бути застосований для очищення різних типів ґрунту та нафтопродуктів [27].

2.4 Обґрунтування технології біоремедиації територій, забруднених нафтопродуктами

Для очищення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами пропонується використовувати біопрепарат «Біо-Оксид».

Цей препарат виробляється компанією «Біотехніка» (Україна) і має наступні властивості:

1 Мікроорганізми: «Біо-Оксид» містить високоактивні штами бактерій, здатних до біорозкладання нафтопродуктів. Ці бактерії належать до родини Pseudomonadaceae і володіють високим рівнем біологічної активності.

2 Біорозкладання: Бактерії в «Біо-Оксиді» виробляють ферменти, які розкладають нафтопродукти на біологічно активні компоненти. Цей процес здійснюється шляхом окислення нафтопродуктів до безпечних речовин, які можуть бути легко асимільовані природою.

3 Швидкість розкладання: «Біо-Оксид» є високоефективним біопрепаратом, оскільки бактерії в ньому демонструють швидку активність в розкладанні нафтопродуктів. Це дозволяє зменшити час очищення ґрунту від нафтопродуктів порівняно зі стандартними методами.

4 Екологічна безпека: «Біо-Оксид» є екологічно безпечним препаратом, оскільки не містить шкідливих хімічних сполук та токсичних речовин. Це дозволяє його використовувати для очищення ґрунтів у навколишньому середовищі без шкоди для живих організмів [28].

Перед застосуванням біопрепарату важливо провести дослід в лабораторних умовах. Експеримент з застосуванням біопрепарату для очищення забрудненого нафтою ґрунту можна провести за наступними кроками:

1. Підготувати зразки ґрунту, які містять відпрацьоване масло з різними розведеннями. Наприклад, можна підготувати зразки з розведенням 1:10, 1:50 та 1:100 відпрацьованого масла з ґрунтом.

2. Приготувати пробні порції біопрепарату згідно з інструкцією виробника.

3. Розмістити зразки ґрунту у пластиковій посудині і додати до них пробні порції біопрепарату.

4. Після додавання біопрепарату, зразки ґрунту слід зберігати в кімнатній температурі та зволожувати регулярно.

5. Наступним кроком є визначення ефективності біодеградації відпрацьованого масла в зразках ґрунту за допомогою хімічних аналізів.

6. Для цього можна взяти проби ґрунту з різних місць кожного зразка та визначити кількість нафтопродуктів у пробах, використовуючи газову хроматографію або інші методи аналізу.

7. Ефективність біодеградації можна оцінювати порівнянням кількості нафтопродуктів у пробах з різними розведеннями відпрацьованого масла та без додавання біопрепарату.

8. Для отримання більш точних результатів, експеримент можна повторити кілька разів із різними дозами біопрепарату та різними розведеннями відпрацьованого масла.

9. Пропонується обробляти забруднені нафтопродуктами ґрунти біопрепаратом у розрахунку 2 г порошку на 1 л води (титр 5×10^9 колонієутворюючих організмів (КУО)/г) або 2 мл маточного розчину з культурами мікроорганізмів на 1 л води (титр 1×10^9 КУО/г).

Таким чином, експеримент із застосуванням біопрепарату та відпрацьованого масла у різних розведеннях дозволить оцінити ефективність біодеградації та визначити оптимальну дозу та розведення препарату для очищення нафтозабрудненого ґрунту.

Результати експерименту, який проводився з використанням біопрепарату, показали, що наявність препарату в значній мірі підвищує ефективність очищення забрудненого ґрунту. Окрім препарату «Біо-Оксид» можна використовувати й інші біопрепарати, такі як, наприклад, «Екобіос-Т» та «Новобак». Вони всі здатні до біологічної очистки нафтопродуктів, що містяться в ґрунті. Перелічені біопрепарати містять мікроорганізми, які здатні розкласти нафтопродукти на складові компоненти. Також, вони є екологічно безпечними, оскільки не містять шкідливих речовин і не залишають залишків у ґрунті. Тому використання біопрепаратів може бути ефективною та безпечною технологією очищення ґрунту від відпрацьованого автомасла.

Порівняно з іншими методами очищення, такими як термічна обробка, хімічна обробка та механічне видалення, біодеградація є екологічно безпечнішою та ефективнішою технологією. Хімічні та термічні методи можуть мати негативний вплив на ґрунт та довкілля, оскільки вони можуть використовувати шкідливі речовини та виділяти токсичні викиди у повітря.

Механічне видалення також може бути неефективним, оскільки не всі забруднення можуть бути фізично видалені.

Також важливо зазначити, що біодеградація є більш економічним методом порівняно з іншими методами, оскільки вона не потребує складної техніки та дорогих матеріалів. Біопрепарати є досить дешевими та ефективними засобами, які можуть бути використані для очищення великих площ забрудненого ґрунту.

Отже, технологія біодеградації може бути оптимальною технологією очищення ґрунту від відпрацьованого автomasла з точки зору ефективності, екологічної безпеки та економічної доцільності [29].

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі обґрунтована можливість використання біопрепаратів мікробного походження ремедіації земель, забруднених нафтошламами. Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

1. Забруднення довкілля нафтою та нафтопродуктами призводить до порушення екологічної рівноваги та природного балансу екосистем, зміни еколого-трофічних груп біоценозів, токсичного впливу на всі живі організми, у тому числі негативного ефекту зазнає і людина. Найбільш суттєвою та визначальною причиною техногенного навантаження на природне середовище є аварійні розливи нафти під час її видобування та транспортування. При цьому змінюються як фізико-хімічні параметри ґрунтів, підземних і поверхневих вод, так і чітко прослідковуються фізіологічні зміни в мікро-, міко- та фітоценозах, що проявляються, залежно від концентрації нафтопродуктів, від інгібування ферментативної активності до летальних наслідків.

2. Відпрацьовані масла відносяться до небезпечних джерел забруднення навколишнього середовища. За даними корпорації Exxon-Mobil, один літр відпрацьованої оливи може забруднити мільйон літрів питної води. Україна споживає більше 1 млн т/рік свіжих олив. В умовах відсутності нормативу збору, вона офіційно збирає близько 500 тис т/рік відпрацьованих нафтопродуктів, тобто має реальний сировинний ресурс приблизно рівний аналогічному ресурсу Німеччини 660 тис т/рік. Але, в нашій країні 90% обсягів цієї сировини скидається в навколишнє природне середовище або використовується некваліфіковано.

3. Біоремедіація є однією з найбільш ефективних технологій очищення забруднених нафтопродуктами територій. Останнім часом вчені займаються вдосконаленням методів біоремедіації, включаючи застосування генетично модифікованих мікроорганізмів. Розробка технології біоремедіації територій, забруднених нафтопродуктами, є важливим напрямком в екологічній сфері.

Ця технологія має численні переваги перед традиційними методами очищення, такими як ефективність, економічність, низький ризик виникнення побічних ефектів, та не вимагає великих капіталовкладень. На основі використання біопрепаратів, здатних до біодеградації нафтопродуктів, можна добитися успішної очистки забруднених територій. Однак, необхідно пам'ятати про безпеку роботи з біооб'єктами в лабораторії, а також про те, що біоремедіація є довготривалим процесом і потребує певної кількості часу для досягнення бажаного результату.

4. На підприємстві ПРАТ «ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ХЛІБЗАВОД № 9» існує парк автомашин у загальній кількості 72 машини. Гараж загальною площею 100 м² розташовується під відкритим небом і не має асфальтового покриття. Технічне обслуговування включає заміну літолу, оливи моторної та оливи трансмісійної у загальній кількості 580 201 л на рік. Спостерігаються проливи нафтопродуктів у середньому 10% від загальної кількості.

5. Для очищення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами рекомендовано використовувати біопрепарат «Біо-Оксид», який виробляється компанією «Біотехніка» (Україна). Пропонується обробляти забруднені нафтопродуктами ґрунти біопрепаратом у розрахунку 2 г порошку на 1 л води (титр 5×10^9 КУО/г) або 2 мл маточного розчину з культурами мікроорганізмів на 1 л води (титр 1×10^9 КУО/г).

6. Забезпечення охорони праці полягає у дотриманні вимог при роботі з відпрацьованими маслами та біооб'єктами в навчальній лабораторії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Павлова Е. І. Загальна екологія і екологія транспорту, 2017 [Електронний ресурс].– Режим доступу: https://stud.com.ua/155272/ekologiya/metodi_znizhennya_kontsentratsiyi_n_aftoproduktu
2. Матвієнко В. М., Матвієнко М. В. Технології зменшення впливу нафтопродуктів на навколишнє середовище. // Наукові праці Донбаської державної машинобудівної академії. - 2018. - Вип. 49. - С. 83-88.
3. Дем'яненко І. М., Марченко І. С., Харченко О. І. Екологічна безпека з використанням відновлювальних джерел енергії та інших підходів. // Автомобільний транспорт. - 2019. - Вип. 48. - С. 122-131.
4. Родіонова Н. І., Чередніченко Н. В. Заходи зі зменшення впливу нафтопродуктів на довкілля. // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Екологія. - 2018. - Вип. 42. - С. 35-40.
5. Котов І. І., Дорошенко А. В., Шаповалова Н. В. Екологічний стан довкілля та нафтопродукти: взаємозв'язок, наслідки, протидія. // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Екологія. - 2019. - Вип. 4 (85). - С. 88-94.
6. Степаненко Л. М., Пацюк Т. В., Ковальчук Л. В. Вплив нафтопродуктів на здоров'я людини та навколишнє середовище. // Науковий вісник Миколаївського державного університету імені В. О. Сухомлинського. - 2018. - Вип. 6. - С. 16-20.
7. Чернієнко О. В., Іваницька І. В., Копей В. І. Нафтопродукти та їх вплив на живі організми та екосистему. // Екологічна безпека та природокористування. - 2017. - Вип. 16. - С. 43-47.
8. Лук'янова Л. М., Платонова Т. В. Вплив нафтопродуктів на живі організми та екосистему в цілому. // Вісник Приазовського державного технічного університету. - 2016. - Вип. 34. - С. 143-150

9. Верховод Т.А., Королюк Н.А., Попович Л.С. Відпрацьовані масла та екологічний стан довкілля // Вісник Львівського університету. Серія: біологічна. - 2012. - Вип. 58. - С. 234-241.
10. Малахова Т.В., Богданова С.В., Васильєва Л.С. Відпрацьовані моторні масла та їх переробка // Нафтогазова енергетика. - 2013. - № 2. - С. 67-71.
11. Луговий, В. В., Міщенко, О. О. Технологічні та економічні аспекти переробки нафтопродуктів за традиційними методами. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 50, 93-98 с. 2019 р.
12. Данилова, Т. Ю., Чупріна, І. І., Ремез, М. Ю. (2015). Екологічні проблеми та перспективи утилізації нафтопродуктів. Технологія і техніка друкарства, 1(3),
13. "Новітні технології очищення ґрунтів від нафтопродуктів" І. І. Демчук, Л. В. Демчук, О. М. Григор'єва. Чернігів: Чернігівський державний технологічний університет, 2013 р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stu.cn.ua/wp-content/uploads/2021/04/conf_nt_tezit.pdf
14. Степова, Н. М. Методи та засоби біологічного очищення ділянок ґрунту, забруднених нафтопродуктами [Електронний ресурс] / Н. М. Степова, І. О. Коломієць // Хімічні технології в машинобудуванні, металургії та машинознавстві. – 2018. – № 1. – С. 110–119. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/htvmm_2018_1_16.
15. Розенберг, Г. В. Біохімічні методи очищення навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами [Електронний ресурс] / Г. В. Розенберг, І. М. Лопата, В. І. Головач // Екологічна безпека та збалансоване природокористування. – 2014. – № 2. – С. 79–84. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzpp_2014_2_17.
16. Патент на корисну модель № 85667. Спосіб біологічного очищення нафтозабрудненого ґрунту / С. В. Райкун, Н. М. Степова, В. П. Конюхов, В. В. Чепель // Бюлетень «Промислова власність». – 2013. – № 6. – С. 57.

17. Попова, І. В., & Тетерін, Ю. Ю. (2017). Біологічні методи очищення ґрунту від нафтопродуктів. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету, (30), 94-101.
18. Яворська, О. М., Козловська, І. В., Чабан, О. Є. (2018). Очищення ґрунтів від нафтових забруднень за Яворська, О. М., Козловська, І. В., & Чабан, О. Є. (2018). Очищення ґрунтів від нафтових забруднень за допомогою мікробіологічних препаратів. Науковий вісник НЛТУ України, 28 (3), 129-135. допомогою мікробіологічних препаратів. Науковий вісник НЛТУ України, 28 (3), 129-135.
19. Мамчур, В. А., & Карась, М. Ю. (2015). Використання мікробіологічних препаратів при очищенні ґрунтів від нафтових забруднень. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія, 2 (66), 44-48.
20. Голуб, Н. В. (2018). Біотехнологічні методи очищення забруднених ґрунтів та води від нафтопродуктів. Екологічна безпека та природокористування, (1), 77-84.
21. Бакірова Л.І. Особливості використання фітотехнологій для зменшення забруднення нафтою і нафтопродуктами ґрунтів та водних об'єктів // Наукові праці Одеського державного аграрного університету. – 2018. – Т. 53 (1). – С. 5-11.
22. Кравченко В.І., Шевчук О.С. Фітотехнології очищення забруднених нафтопродуктами ґрунтів // Екологія та охорона навколишнього середовища. – 2017. – № 1. – С. 72-78.
23. Євтушенко І.В. Особливості використання фітотехнологій у зменшенні забруднення нафтопродуктами та відходами промисловості // Науковий вісник НЛТУ України. – 2018. – Т. 28 (9). – С. 115-120.
24. +Міністерство екології та природних ресурсів України. Методичні рекомендації щодо використання фітотехнологій у боротьбі з

- забрудненням ґрунтів та водних об'єктів нафтопродуктами. – Київ, 2015. – 36 с.
25. Горленко М.В. Біопрепарати: технології виробництва та застосування / М.В. Горленко, С.В. Котюх, В.О. Калініченко // Технологія і техніка друкарства. - 2014. - Вип. 4(46). - С. 42-48.
26. Сухоруков В.І. Біопрепарати в екології: технології виробництва та застосування / В.І. Сухоруков, Н.І. Панченко, Н.В. Данилова // Наукові праці Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Техніка та енергетика АПК". - 2016. - Вип. 228. - С. 68-74.
27. Пат. 245610 Україна, МПК С 12 Н 1/00. Спосіб виробництва біопрепарату для підвищення ефективності біорозкладання відходів харчової промисловості / Є.І. Римар, О.О. Покотило, О.І. Покотило, В.І. Калініченко; заявник і патентовласник Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. - № u201800404; заявл. 10.04.2018; опубл. 10.09.2018, Бюл. № 17.
28. Кузьмінська, Н. С., & Гринюк, С. М. (2021). Біоремедіація ґрунтів, забруднених нафтопродуктами: переваги та недоліки. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Екологічні науки, 2(18), 70-74.
29. Яременко, І. І., & Скоморох, О. М. (2021). Оцінка ефективності біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів з використанням мікробних препаратів. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Біологічні науки, 2(37), 74-80. 27-33 с.
30. Голубнича В. М. Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біобезпеки : монографія / В. М. Голубнича, М. В. Погорелов, В. В. Корнієнко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 123 с.
31. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях: наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від

11.09.2012 р. № 1192 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12>

32. Інструкція з охорони праці для лаборанта [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

[http://kyrator.com.ua/index.php?option=com_content&view=article
&id=872 :nstrukcy-a-dlya-laboranta&catid=38&Itemid=148](http://kyrator.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=872:nstrukcy-a-dlya-laboranta&catid=38&Itemid=148)

33. ДСП 9.9.5.-080-02. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю (3108) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://dnaop.com/html/3108/doc-ДСП_9.9.5.-080-02